

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2004年 6月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2004-180574

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2004-180574

出 願 人

Applicant(s):

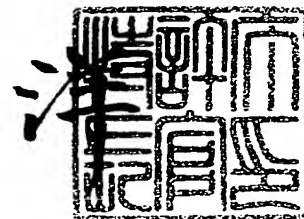
株式会社半導体エネルギー研究所

BEST AVAILABLE COPY

2005年 7月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【整理番号】

【提出日】

【あて先】

【国際特許分類】

付訂願

P007959

平成16年 6月18日

特許庁長官 今井 康夫 殿

G02B 27/00

H01L 21/30

【発明者】

【住所又は居所】

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】

田中 幸一郎

【発明者】

【住所又は居所】

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】

山本 良明

【特許出願人】

【識別番号】

000153878

【氏名又は名称】

株式会社半導体エネルギー研究所

【代理人】

【識別番号】

100108741

【弁理士】

【氏名又は名称】

渡邊 順之

【電話番号】

03-3226-5975

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

048563

【納付金額】

16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

特許請求の範囲 1

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【包括委任状番号】

9810739

【請求項 1】

レーザ発振器から射出された第 1 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーを通過させ、その第 1 のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 2 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするレーザ照射方法。

【請求項 2】

レーザ発振器から射出された第 1 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーを通過させ、その第 1 のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 2 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、更にその合成されたレーザ光を第 2 のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 3 のレーザ光を第 2 のダイクロイックミラーで反射させて 3 つのレーザ光を合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするレーザ照射方法。

【請求項 3】

レーザ発振器から射出された第 1 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーを通過させ、その第 1 のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 2 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、その合成された第 1 の合成レーザ光を  $\lambda/2$  波長板を通過させた後偏光子を通過させ、

これとは別にレーザ発振器から射出された第 1' のレーザ光を第 1' のダイクロイックミラーを通過させ、その第 1' のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 2' のレーザ光を第 1' のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、その合成された第 2 の合成レーザ光を前記偏光子で反射させて両合成レーザ光を更に合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするレーザ照射方法。

【請求項 4】

レーザ発振器から射出された第 1 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーを通過させ、その第 1 のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 2 のレーザ光を第 1 のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、更にその合成されたレーザ光を第 2 のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザ光とは波長の異なる第 3 のレーザ光を第 2 のダイクロイックミラーで反射させて 3 つのレーザ光を合成し、その合成された第 1 の合成レーザ光を  $\lambda/2$  波長板を通過させた後偏光子を通過させ、

これとは別にレーザ発振器から射出された第 1' のレーザ光を第 1' のダイクロイックミラーを通過させ、その第 1' のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第 2' のレーザ光を第 1' のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、更にその合成されたレーザ光を第 2' のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザ光とは波長の異なる第 3' のレーザ光を第 2' のダイクロイックミラーで反射させて 3 つのレーザ光を合成し、その合成された第 2 の合成レーザ光を前記偏光子で反射させて両合成レーザ光を更に合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするレーザ照射方法。

【請求項 5】

照射レーザ光を照射面上に投影する前に所定形状にするために集光レンズを通過させる請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のレーザ照射方法。

【請求項 6】

集光レンズがアクロマートレンズ又はアポクロマートレンズである請求項 5 に記載のレーザ照射方法。

【請求項 7】

アクロマートレンズ又はアポクロマートレンズは、複数のレンズから構成され、かつ波長の異なる複数のレーザビームの焦点距離が異なっていて同一スポットを照射するものである請求項 6 に記載のレーザ照射方法。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の照射レーザ光を用いて非単結晶をアニールする方法。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の照射レーザ光を用いて非単結晶をアニールし、そのアニールにより得られた半導体膜を用いて半導体装置を作製する方法。

【請求項 10】

第 1 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光とは異なる波長の第 2 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光を通過させ、第 2 のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第 1 のダイクロイックミラー、及びそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 11】

第 1 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光とは異なる波長の第 2 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光を通過させ、第 2 のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第 1 のダイクロイックミラー、前記両レーザ光とは異なる波長の第 3 のレーザ光を射出するレーザ発振器、そのミラーで合成されたレーザ光を通過させ、第 3 のレーザ光を反射させてそれらレーザ光を合成する第 2 のダイクロイックミラー、及びそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 12】

第 1 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光とは異なる波長の第 2 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光を通過させ、第 2 のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第 1 のダイクロイックミラー、及びそこで合成された第 1 の合成レーザ光を通過させる  $\lambda/2$  波長板を備え、

これとは別に第 1' のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1' のレーザ光とは異なる波長の第 2' のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1' のレーザ光を通過させ、第 2' のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成し、第 2 の合成レーザを形成する第 1' のダイクロイックミラーを備え、

更に前記  $\lambda/2$  波長板を通過した第 1 の合成レーザ光を通過させ、第 2 の合成レーザ光を反射させて両合成レーザ光を合成する偏光子を備え、並びにそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 13】

第 1 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光とは異なる波長の第 2 のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1 のレーザ光を通過させ、第 2 のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第 1 のダイクロイックミラー、前記両レーザ光とは異なる波長の第 3 のレーザ光を射出するレーザ発振器、そのミラーで合成されたレーザ光を通過させ、第 3 のレーザ光を反射させてそれらレーザ光を合成する第 2 のダイクロイックミラー、及びそこで合成された第 1 の合成レーザ光を通過させる  $\lambda/2$  波長板を備え、

これとは別に第 1' のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1' のレーザ光とは異なる波長の第 2' のレーザ光を射出するレーザ発振器、第 1' のレーザ光を通過させ、第 2' のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第 1' のダイクロイックミラー、前記両レーザ光とは異なる波長の第 3' のレーザ光を射出するレーザ発振器、及びそのミラーで合成されたレーザ光を通過させ、第 3' のレーザ光を反射させてそれらレーザ光を合成し、第 2 の合成レーザを形成する第 2' のダイクロイックミラーを備え、

前記  $\lambda/2$  波長板を通過した第 1 の合成レーザ光を通過させ、第 2 の合成レーザ光を反射させて両合成レーザ光を更に合成する偏光子を備え、並びにそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 14】

照射レーザ光を照射面上に投影する前に通過させ、所定形状にするための集光レンズを備える請求項 10 ないし 13 のいずれか 1 項に記載のレーザ照射装置。

【請求項 15】

・ 本発明は、請求項 15 に記載のレーザ照射装置のいずれか 1 項に記載のレーザ照射装置。

【請求項 16】

・ アクロマートレンズ又はアポクロマートレンズは、複数のレンズから構成され、かつ波長の異なる複数のレーザビームの焦点距離が異なっていて同一スポットを照射するものである請求項 15 に記載のレーザ照射装置。

【発明の名称】 レーザ照射方法及びレーザ照射装置、並びに非単結晶を結晶化する方法及び半導体装置を作製する方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学調整に困難を伴うことなく、3以上のレーザビームを照射面にて一つのビームスポットに合成できる手法に関する。

より詳しくは、本発明は、光学調整に困難を伴うことなく、3以上のレーザビームを照射面にて一つのビームスポットである照射用レーザ光に合成し、高出力で生産性を向上させることができるレーザを照射する方法及び装置、並びにその合成された照射用レーザ光を用いた結晶化方法及び半導体装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、基板上に薄膜トランジスタ（以下TFTと記す。）を製造する技術が大幅に進歩し、アクティブマトリクス型表示装置への応用開発が進められている。

特に、多結晶半導体膜を用いたTFTは、従来の非晶質半導体膜を用いたTFTよりも電界効果移動度が高いので、高速動作が可能である。

そのため、画素の駆動用の回路を外付けのICチップで実装していたものを、画素と同一の基板上にTFTを用いて一体形成することが可能となっている。

【0003】

また、その半導体装置に用いる基板は、コストの面から単結晶シリコン基板よりも、ガラス基板が有望視されている。

このガラス基板は耐熱性に劣り、熱変形しやすいため、ガラス基板上に多結晶半導体膜を用いたTFTを形成する場合には、ガラス基板の熱変形を避けるために、半導体膜の結晶化にレーザアニールが用いられる。

【0004】

このレーザアニールの特徴は、輻射加熱あるいは伝導加熱を利用するアニール法と比較して処理時間を大幅に短縮できることや、半導体基板又は半導体膜を選択的、局所的に加熱して、基板にほとんど熱的損傷を与えないことなどが挙げられている。

なお、ここでいうレーザアニール法とは、半導体基板又は半導体膜に形成された損傷層やアモルファス層を結晶化させる技術や、基板上に形成された非晶質半導体膜を結晶化させる技術や単結晶ではない結晶性半導体膜（上記した単結晶ではない半導体膜をまとめて非単結晶半導体膜と呼ぶ）を加熱（アニール）する技術を指している。

また、半導体基板又は半導体膜の平坦化や表面改質に適用される技術も含んでいる。

【0005】

そのレーザアニールには、エキシマレーザから発振されたレーザビームが用いられることが多い。

そのエキシマレーザは、出力が大きく、高周波数での繰り返し照射が可能であるという利点を有し、さらにエキシマレーザから発振されるレーザビームは半導体膜としてよく用いられる珪素膜に対しての吸収係数が高いという利点を有する。

そのレーザビームの照射方法としては、照射面におけるレーザビームの形状が線状となるように光学系にて整形し、線状ビームの短手方向にレーザビームの照射位置を照射面に対し相対的に移動させる方法が生産性が高く工業的に優れている。

上記手法を用いて半導体膜上にTFTを形成し、液晶ディスプレイを作製する手法は現在多く実施されている。

【0006】

そして、そのエキシマレーザにより発振されるレーザビームは不連続発振であるが、それ以外に連続発振のレーザビームもあり、その場合には、連続発振のレーザビーム（以下、CWレーザと呼ぶ）を線状に整形し、ビームの短手方向にレーザの照射位置を相対的に

移動とすることで、移動方向に結晶長が長く伸びた大粒径結晶ができる。

このCWレーザを用いて大粒径結晶の長手方向に合わせてTF Tを作製した場合、エキシマレーザで作製したTF Tに比べ、移動度の高いTF Tが作製でき、このTF Tを用いればドライバやCPU等の回路を高速で駆動させることができる。

#### 【0007】

その半導体膜のレーザアニールには可視あるいは紫外域の波長を持ったレーザビームが多く用いられるのであり、それは半導体膜への吸収効率が良いためである。

しかしながら、CWレーザに用いられる固体レーザ媒質から発振する波長は、一般的に赤から近赤外域であり、半導体膜での吸収効率が低いため、非線形光学素子を用いて可視あるいは紫外の波長を持つ高調波に変調し、これをレーザアニールに用いる。

この高調波はレーザ媒質から発振した基本波を非線形光学素子に入射することで得られるものの、レーザの出力が大きくなると多光子吸収等の非線形光学効果により非線形光学素子にダメージが与えられ、ブレイクダウンにつながる問題がある。

#### 【0008】

そのため、現在生産されている可視域のCWレーザは、前記非線形光学素子の問題から最大でも15W程度である。

そのCWレーザを用いてレーザアニールを行った場合には、エキシマレーザを用いた場合に比べ生産性が悪く、更なる生産性の向上が必要である。

例えば、10Wの532nmのCWレーザを長手方向300 $\mu$ m、短手方向10 $\mu$ m程度の線状に整形しレーザアニールにより結晶化した場合、一度のスキャンでできる大粒径の幅は200 $\mu$ m程度となる。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

上述したようにCWレーザを用いたレーザアニール方法は非線形光学系の問題から、高出力化が困難となっている。

そこで、生産性向上のためレーザ発振器を複数台用いてレーザビームを合成し、その後任意の光学系にてビーム整形して基板に照射するのが、生産性を上げるのには簡便な手法であるということになる。

しかしながら、同一波長のレーザ発振器を用いた場合、複数のビームを同軸上で1つにまとめるために使用するビームを合成する偏光子は縦偏光と横偏光のビームのみしか合成できず、そのため最大で2つのレーザビームまでしか合成できない（特許文献1）。

また、光軸の異なる複数のレーザビームを照射面にて一つのビームスポットに合成する手法は、照射面でのスポットの大きさが数 $\mu$ mと微小のため光学調整に困難を伴う。

【特許文献1】特公平7-94171号公報

#### 【0010】

本発明は、このような問題に対処すべく鋭意研究開発に努め、その結果開発に成功したものである。

すなわち、本発明は、光学調整に困難を伴うことなく、3以上のレーザビームを照射面にて一つのビームスポットの照射用レーザ光に合成し、高出力で生産性を向上させることができる手法を提供することを発明の解決すべき課題とするものである。

したがって、本発明は、光学調整に困難を伴うことなく、3以上のレーザビームを照射面にて、照射用レーザ光である一つのビームスポットに合成し、高出力で生産性を向上させることができるレーザを照射する方法及び装置、並びに前記照射用レーザ光を用いた結晶化方法及び半導体装置の作製方法を提供することを発明の解決すべき課題、すなわち目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明は、前記したとおり光子調整に困難を伴うことなく、 $\lambda$ 以上のレーザビームを照射面にて照射用レーザ光である一つのビームスポットに合成し、高出力で生産性を向上させることができるレーザを照射する方法及び装置、並びに前記照射用レーザ光を用いた結晶化方法及び半導体装置の作製方法を提供するものである。

その技術内容を簡潔にいえば、本発明は、波長の互いに異なるレーザ発振器とダイクロイックミラー、又はそれに加えて偏光子を用いてレーザビームを合成し、生産性を向上させるレーザ照射技術に関する。

#### 【0012】

そのうちのレーザ照射方法については、第1に、レーザ発振器から射出された第1のレーザ光を第1のダイクロイックミラーを通過させ、その第1のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第2のレーザ光を第1のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするものである。

#### 【0013】

第2には、レーザ発振器から射出された第1のレーザ光を第1のダイクロイックミラーを通過させ、その第1のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第2のレーザ光を第1のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、更にその合成されたレーザ光を第2のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第3のレーザ光を第2のダイクロイックミラーで反射させて3つのレーザ光を合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするものである。

#### 【0014】

第3には、レーザ発振器から射出された第1のレーザ光を第1のダイクロイックミラーを通過させ、その第1のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第2のレーザ光を第1のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、その合成された第1の合成レーザ光を $\lambda/2$ 波長板を通過させた後偏光子を通過させ、これとは別にレーザ発振器から射出された第1'のレーザ光を第1'のダイクロイックミラーを通過させ、その第1'のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第2'のレーザ光を第1'のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、その合成された第2の合成レーザ光を前記偏光子で反射させて両合成レーザ光を更に合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするものである。

#### 【0015】

第4には、レーザ発振器から射出された第1のレーザ光を第1のダイクロイックミラーを通過させ、その第1のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第2のレーザ光を第1のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、更にその合成されたレーザ光を第2のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザ光とは波長の異なる第3のレーザ光を第2のダイクロイックミラーで反射させて3つのレーザ光を合成し、その合成された第1の合成レーザ光を $\lambda/2$ 波長板を通過させた後偏光子を通過させ、これとは別にレーザ発振器から射出された第1'のレーザ光を第1'のダイクロイックミラーを通過させ、その第1'のレーザ光とは波長の異なるレーザ発振器から射出された第2'のレーザ光を第1'のダイクロイックミラーで反射させて両レーザ光を合成し、更にその合成されたレーザ光を第2'のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザ光とは波長の異なる第3'のレーザ光を第2'のダイクロイックミラーで反射させて3つのレーザ光を合成し、その合成された第2の合成レーザ光を前記偏光子で反射させて両合成レーザ光を更に合成し、その合成された照射レーザ光を照射面上に投影することを特徴とするものである。

#### 【0016】

また、本発明のレーザ照射方法は、照射レーザ光を照射面上に投影する前に所定形状にするために集光レンズを通過させるのがよく、その際の集光レンズにはアクロマートレンズ又はアポクロマートレンズが好ましい。

とつに、半導体膜における和晶化する力伝は、前記した照射レーザ光を用いて非半和晶で結晶化するものであり、半導体装置を作製する方法は、前記した照射レーザ光を用いて非単結晶を結晶化し、その結晶化により得られた半導体膜を用いて半導体装置を作製するものである。

#### 【0017】

そして、残るレーザ照射装置については、第1に、第1のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光とは異なる波長の第2のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光を通過させ、第2のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第1のダイクロイックミラー、及びそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0018】

第2には、第1のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光とは異なる波長の第2のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光を通過させ、第2のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第1のダイクロイックミラー、前記両レーザ光とは異なる波長の第3のレーザ光を射出するレーザ発振器、そのミラーで合成されたレーザ光を通過させ、第3のレーザ光を反射させてそれらレーザ光を合成する第2のダイクロイックミラー、及びそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0019】

第3には、第1のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光とは異なる波長の第2のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光を通過させ、第2のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第1のダイクロイックミラー、及びそこで合成された第1の合成レーザ光を通過させる $\lambda/2$ 波長板を備え、

これとは別に第1'のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1'のレーザ光とは異なる波長の第2'のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1'のレーザ光を通過させ、第2'のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成し、第2の合成レーザを形成する第1'のダイクロイックミラーを備え、

更に前記 $\lambda/2$ 波長板を通過した第1の合成レーザ光を通過させ、第2の合成レーザ光を反射させて両合成レーザ光を合成する偏光子を備え、並びにそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0020】

第4には、第1のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光とは異なる波長の第2のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1のレーザ光を通過させ、第2のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第1のダイクロイックミラー、前記両レーザ光とは異なる波長の第3のレーザ光を射出するレーザ発振器、そのミラーで合成されたレーザ光を通過させ、第3のレーザ光を反射させてそれらレーザ光を合成する第2のダイクロイックミラー、及びそこで合成された第1の合成レーザ光を通過させる $\lambda/2$ 波長板を備え、

これとは別に第1'のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1'のレーザ光とは異なる波長の第2'のレーザ光を射出するレーザ発振器、第1'のレーザ光を通過させ、第2'のレーザ光を反射させて両レーザ光を合成する第1'のダイクロイックミラー、前記両レーザ光とは異なる波長の第3'のレーザ光を射出するレーザ発振器、及びそのミラーで合成されたレーザ光を通過させ、第3'のレーザ光を反射させてそれらレーザ光を合成し、第2の合成レーザを形成する第2'のダイクロイックミラーを備え、

前記 $\lambda/2$ 波長板を通過した第1の合成レーザ光を通過させ、第2の合成レーザ光を反射させて両合成レーザ光を更に合成する偏光子を備え、並びにそこで合成された照射レーザ光を投影する照射面を設置するステージを備えたことを特徴とするものである。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明は、連続発振のレーザを用いたレーザアニール方法において、従来困難とされて

いた可視あるいは紫外域の波長を持つ、10W程度以上の高出力のレーザビームを生成することをダイクロイックミラーを用いることにより成功したものであり、極めて優れた効果を奏するものである。

すなわち、本発明は、波長の互いに異なるレーザ発振器と、ダイクロイックミラー又はそれに偏光子を用いて、可視あるいは紫外域の波長を持つレーザビームを合成し高出力で生産性を向上させることができるレーザ照射技術である。

#### 【0022】

そのダイクロイックミラーとは、ある特定の波長域のみ反射率が高くなるようにコーティングしてあるミラーのことであり、これにより、偏向方向を考慮することなく、レーザビームを合成することができる。

そのため、2つより多い数のレーザビームを合成することができ、これにより、より出力の大きいビームスポットを得ることが可能となり、生産性を上げることができる。

また、ダイクロイックミラーに加え、偏光子を用いて合成することで、同一波長のレーザビームを2台ずつ合成することができ、更に生産性を上げることができることである。

#### 【0023】

この点に関し更に説明するに、半導体膜のレーザアニールには、半導体膜への吸収効率が良いことから、可視あるいは紫外域の波長を持ったレーザビームが多く用いられるが、CWレーザに用いられる固体レーザ媒質から発振する波長は、一般的に赤から近赤外域であり、半導体膜での吸収効率が低いため、非線形光学素子を用いて可視あるいは紫外の波長を持つ高調波に変調することが行われる。

この変調は、レーザ媒質から発振した基本波を非線形光学素子に入射することで行えるものの、レーザの出力が大きくなると多光子吸収等の非線形光学効果により非線形光学素子にダメージが与えられ、ブレイクダウンにつながる問題があり、現在生産されている可視域のCWレーザは、前記非線形光学素子の問題から最大でも15W程度である。

#### 【0024】

これを回避するために、レーザ発振器を複数台用いてレーザビームを合成し、その後任意の光学系にてビーム整形し、生産性を上げる簡便な手法もあるが、その場合においても同一波長のレーザ発振器を用いた場合には、そのビームの合成に使用する偏光子が縦偏光と横偏光のビーム2つしか合成できないため、最大で2つのレーザビームしか合成できない。

本発明は、この合成にダイクロイックミラーを使用するものであり、それにより3台以上のレーザ発振器から射出されたレーザビームを合成することができ、可視あるいは紫外域の波長を持った高出力のレーザビームを提供することができる。

また、ダイクロイックミラーに加え、偏光子を用いて合成することで、同一波長のレーザビームを2台ずつ合成することができ、更に高出力のレーザビームを提供することができ、より生産性を上げることが可能である。

#### 【0025】

その結果、本発明では、この合成された可視あるいは紫外域の波長を持った高出力のレーザビームを線状に整形し、これを非単結晶半導体膜に照射することで移動方向に結晶粒が長く伸びた大粒径結晶を作製することができる。

また、この大粒径結晶の長手方向に合わせてTFETを作製することにより、エキシマレーザで作製したTFETに比べ移動度の高いTFETが作製でき、かつこのTFETを用いることによりドライバやCPU等の回路を高速で駆動させることができる。

以上のとおりであり、本発明は優れた作用効果を奏するものである。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0026】

以下において、本発明について、発明を実施するための最良の形態を含む実施の形態に関し説明する。

また、最良の形態に関しては複数の態様に関し図面を用いて説明するが、本発明は、そ

れつによつて同つ限定されるものではなく、付訂請求の範囲の記載によつて付定されるものであることはいうまでもない。

本発明は、ダイクロイックミラーを用いて異なる発振波長のレーザ光を合成することを最大の特徴とするものであるが、そのダイクロイックミラーによるレーザ光の合成は、一方のレーザ光を通過させ、それとは波長の異なるレーザを通過したレーザ光と同一の方向に反射することにより行われるものである。

#### 【0027】

そのダイクロイックミラーとは、特定の波長域のみ反射率が高くなるようにコーティングしており、それにより特定波長域の光を選択的に反射し、他の波長の光を通過させるミラーのことであり、そのミラーは市販されていて容易に入手することができる。

その反射できる波長域は、特に制限されることはなく、コーティングする物質を選択することにより各種の波長を反射することができ、例えばコーティングする物質を選択することにより、355 nm、405 nm、488 nm、532 nmあるいは628 nm等のレーザ光を反射することができる。

その反射のために使用するコーティング用物質については、例えば誘電体多層膜が用いられる。

#### 【0028】

本発明においては、偏光子がダイクロイックミラーと併用されるが、この併用によりダイクロイックミラー単独使用に比し、より多くのレーザ光を合成することができ、高出力の照射用レーザを合成することができる。

この偏光子は、横偏光を通過させ、縦偏光を反射する素子であり、これを用いることによるレーザ光の合成は、通過した横偏光と同一の方向に縦偏光を反射することにより行われるものである。

その偏光子は薄膜と透明母材でできており、その構造及び形状はキューブ型やプレート型となっている。

#### 【0029】

また、本発明において、偏光子を用いる際に付随的に用いることになる $\lambda/2$ 波長板は、縦偏光であるレーザ光を横偏光に変換するために使用するものであり、これにレーザ光を通過させることにより偏光の方向が $6 \sim 90^\circ$ 回転して横偏光に変換し、偏光子を通過することができるようになる。

この $\lambda/2$ 波長板は、水晶や雲母などの複屈折材料からできているもので、その構造及び形状は平行平板である。

#### 【0030】

【実施の形態1】 3波長3台のレーザ発振器+2ダイクロイックミラー（+アポクロマートレンズ）の場合

まず、異なる発振波長を持つ3台のレーザ発振器と、特定の波長域の反射率が高い2枚のダイクロイックミラーを用いる形態に関し、その概念図である図1を用いて説明する。

この形態は、第2のレーザ照射方法及びレーザ照射装置に該当するものである。

レーザ発振器B(101)は波長446 nmのレーザビームを射出し、そのレーザビームは、532 nmの波長域のみを反射するダイクロイックミラー104で、レーザ発振器G(102)から射出した波長532 nmのレーザビームと合成される。

さらに、ダイクロイックミラー104で合成されたレーザビームはダイクロイックミラー105を通過し、他方レーザ発振器R(103)から射出した波長628 nmのレーザビームは反射されることで合成される。

#### 【0031】

それら3つの異なる波長を持つ合成されたレーザビーム（以下、白色レーザビームと略す）は、光学系106によって任意の形状に整形され、半導体膜上の照射面107に照射される。

なお、波長532 nmのレーザビームは、YAGまたはYVO<sub>4</sub>等の基本波（波長1064 nm）を非線形光学素子によって第二高調波に変換することにより得られる。

また、収束径0.20 mmのレーザビームは、凡ハノアトツツノ光取品とノイレイ表面によって基本波から変換された波長1535 nmのレーザビームをKTA結晶を用いた非線形光学素子にて波長1064 nmのレーザと和合波混合することにより得られる。

さらに、波長446 nmのレーザビームは、前述した波長1535 nmのレーザビーム及び波長628 nmのレーザビームを非線形光学素子によって和合波混合することにより得ることができる。

#### 【0032】

本発明の実施の形態では、白色レーザビームによりレーザアニールを行う。

その際に白色レーザビームのように波長域の広い光を単レンズで集光すると、色収差が生じるため焦点距離が波長ごとに異なるが、それには色収差を補正する色消しレンズを用いることにより対処することができる。

その対応について図2に図示するアポクロマートレンズを用いて説明する。

アポクロマートレンズとは異なる3つの波長を持った光の色収差を補正するように設計された色消しレンズであり、同様に2つの波長の光の色収差を補正できる色消しレンズはアポクロマートレンズといわれる。

#### 【0033】

その図2において、アポクロマートレンズ201は、通常屈折率の互いに異なるレンズ201a、201b、201cからなっており、異なる3つの波長の色収差を補正し、半導体膜上の照射面202に単一焦点を結ぶ。

その図において、太い実線に付された矢印は白色レーザビームの進路を表しており、白色レーザビームがレンズ201aに入射すると、色収差により光路が3つに分離するが、そのことを実線、一点鎖線及び点線の3種の線で表している。

色収差は後続のレンズ201b、201cにより補正され照射面202で同一焦点に集光され、その結果より一層高出力のレーザビームを照射することができる。

#### 【0034】

この実施の形態1においては、前記したアポクロマートレンズを用いて色収差を補正し、より一層高出力のレーザビームを照射することができる。

それに関し、前記したアポクロマートレンズ及び前記図1に概要を図示した白色レーザ発振器を用いたレーザ照射装置の光学系を使用して、図3に基づいて説明する。

ここで、白色レーザ発振器とは、図1において、レーザ発振器101、102及び103並びにダイクロイックミラー104及び105を含む系のことを指す。

その図3において、(a)は側面図、同(b)は平面図を示している。

#### 【0035】

その白色レーザ発振器301から射出したレーザビームはシリンドリカルレンズ302によって、ビームの一軸方向のみ集光される。

その一軸方向のみ集光されたレーザビームは、アポクロマートレンズ303により、シリンドリカルレンズ302が作用していない方向のみの色収差を補正し集光され、高出力で半導体膜状の照射面304に照射される。

前記したレーザ発振器及び光学系を用いて、線状ビームを整形し、半導体膜を線状ビームの短軸方向に移動させることにより高出力のレーザビームを半導体膜に照射することができる。

このようにして得られた半導体膜にTF Tを作製し、周知の方法にて表示装置を作製することにより高性能の表示装置を製造することができる。

#### 【0036】

【実施の形態2】 2波長4台のレーザ発振器+偏光子+3ダイクロイックミラー(+アポクロマートレンズ)の場合

この形態は、第3のレーザ照射方法及びレーザ照射装置に該当するものである。

2つの発振波長を持つ4台のレーザ発振器と、特定の波長域の反射率が高い3枚のダイクロイックミラーと偏光子とを用いる第2の形態に関し、図4及び5を用いて説明する。

前記した実施の形態1では、3つの異なる波長のレーザビームを用いており、その色収

左の補正には、アクロマートレンズへを用いているが、本実施の形態2では、レーザビームは、2種の波長であるから、アクロマートレンズを用いて、色収差を補正し、集光することができる。

#### 【0037】

そこで、図4には、2つの異なる波長のレーザビームを発振する4台のレーザ発振器と2台のダイクロイックミラーと偏光子とを用いて、4台のレーザ発振器から射出したレーザビームを合成し、アクロマートレンズを用いて集光する場合の概略図を示す。

その図4において、レーザ発振器G(401)から射出した波長532nmのレーザビームとレーザ発振器V(402)から射出した波長355nmのレーザビームは、355nmの波長域のみを反射するダイクロイックミラー403で合成される。

その合成されたレーザビームは、縦偏光のため、 $\lambda/2$ 波長板404にて横偏光に変換し、偏光子405に入射する。

ここで、偏光子405は横偏光のみを通過させ、縦偏光は反射する素子である。

#### 【0038】

同様に、レーザ発振器G(406)から射出した波長532nmのレーザビームとレーザ発振器V(407)から射出した波長355nmのレーザビームは、355nmの波長域のみを反射するダイクロイックミラー408で合成され、縦偏光のまま偏光子405で反射し、横偏光のビームと合成される。

その合成された4本のレーザビームは、アクロマートレンズ等を用いた光学系409によって集光されるとともに任意の形状に整形され、半導体膜上の照射面410に照射される。

ここで、波長355nmのレーザビームは、YAGまたはYVO<sub>4</sub>等の基本波(波長1064nm)を非線形光学素子によって第三高調波に変換することで得られる。

なお、この図4においては、レーザ発振器(406)及び(407)は、射出する波長がそれぞれレーザ発振器(401)及び(402)と同一波長のものを使用しており、それが好ましいが、前者のレーザ発振器(406)及び(407)が射出する波長は、後者のそれが発振す波長とは異なるものであってもよい。

#### 【0039】

その図4に概略を示した実施の形態2に関しても、実施の形態1と同様に光学系409のアクロマートレンズを用いて色収差を補正し、より一層高出力のレーザビームを照射することができる、このより好ましい態様に関し、図5を用いて更に説明する。

この図5において、レーザ発振器501は、図4中における、レーザ発振器401、402、406及び407、ダイクロイックミラー403及び408、 $\lambda/2$ 波長板404、並びに偏光子405を含む系を指す。

その図5において、(a)は側面図、(b)は平面図を示しており、レーザ発振器501から射出したレーザビームは、ビームの一軸方向のみに作用するシリンドリカルレンズ502により一軸方向のみ集光される。

#### 【0040】

その一軸方向のみ集光されたレーザビームは、アクロマートレンズ503によりシリンドリカルレンズ502が作用していない方向のみの色収差を補正し集光され、半導体膜状の照射面504に照射される。

上記したレーザ発振器、並びにシリンドリカルレンズ及びアクロマートレンズ等の光学系を用いて、線状ビームを整形し、半導体膜を線状ビームの短軸方向に移動させることにより、実施の形態1と同様に高出力のレーザビームを半導体膜に照射することができる。

その結果、このようにして得られた半導体膜にTFEを作製し、周知の方法にて表示装置を作製することにより、実施の形態1と同様に高性能の表示装置を製造することができる。

#### 【0041】

【実施の形態3】 3波長6台のレーザ発振器+偏光子+5ダイクロイックミラー(+アボクロマートレンズ)の場合

この形態は、第4のレーザ照射力広及びレーザ照射表面に該当するものである。

実施の形態1では、異なる3つの波長のレーザビームと複数のダイクロイックミラーを用いて、3台のレーザ発振器からのレーザビームを同一光軸上に合成した。

さらに、実施の形態2では、異なる2つの波長のレーザビームと複数のダイクロイックミラーと偏光子を用いて、4台のレーザ発振器からのレーザビームを合成した。

同様に、異なる3つの波長のレーザビームと複数のダイクロイックミラーと偏光子とを用いることで、6台のレーザ発振器からのレーザビームを合成することが可能である。

#### 【0042】

その場合、すなわち3つの異なる波長のレーザビームと複数のダイクロイックミラーと偏光子とを用いて、6台のレーザ発振器から射出したレーザビームをアポクロマートレンズを用いて合成する場合の概略図を図6に示す。

この図6において、波長446nmのレーザ発振器B(601)から射出したレーザビームと波長532nmのレーザ発振器G(602)から射出したレーザビームは、532nmの波長域のみを反射するダイクロイックミラー604で合成される。

そのダイクロイックミラー604で合成されたレーザビームは、ダイクロイックミラー605でレーザ発振器R(603)から射出した波長628nmのレーザビームと合成される。

#### 【0043】

この合成されたレーザビームは、縦偏光のため $\lambda/2$ 波長板606にて横偏光に変換し、偏光子607に入射することで、偏光子607を通過する。

同様に、レーザ発振器B(608)から射出した波長446nmのレーザビームとレーザ発振器G(609)から射出した波長532nmのレーザビームは、532nmの波長域のみを反射するダイクロイックミラー611で合成される。

さらに、ダイクロイックミラー604で合成されたレーザビームはダイクロイックミラー612でレーザ発振器R(610)から射出した波長628nmのレーザビームと合成され、縦偏光のまま偏光子607で反射し、偏光子607を通過してきた横偏光のレーザビームと合成される。

なお、この図6においては、レーザ発振器(608)、(609)及び(610)は、射出する波長がそれぞれレーザ発振器(601)、(602)及び(603)と同一波長のものを使用しており、それが好ましいが、前者のレーザ発振器(608)、(609)及び(610)が射出する波長は、後者のそれが発振する波長とは異なるものであってもよい。

#### 【0044】

この合成された6本のレーザビームは、光学系613によって任意の形状に整形され、半導体膜上の照射面614に照射される。

この光学系613は、前述した実施の形態1のアポクロマートレンズを用いた光学系と同様の系を用いればよい。

上記したレーザ発振器及び光学系を用いて、線状ビームを整形し、半導体膜を線状ビームの短軸方向に移動させることにより高出力のレーザビームを半導体膜に照射することができる。

このようにして得られた半導体膜にTFEを作製し、周知の方法にて表示装置を作製することにより高性能の表示装置を製造することができる。

#### 【0045】

前記実施の形態までは、球面のアポクロマートレンズ又はアクロマートレンズを用いて、ビームスポットの短手方向のみの色収差を補正した。

一軸方向のみに作用するシリンドリカル色消しレンズを用いて、長手方向及び短手方向をそれぞれ集光することで、色収差を長手方向にも補正することが可能である。

また、レーザ発振器を複数台用いた場合、それぞれのレーザ発振器のビーム拡がり角あるいはビーム径が異なる。

そこで、シリンドリカル色消しレンズを、すべてのレーザビームを同一の焦点距離に設計するのではなく、照射面でのスポット径が同一になるように設計することで、ビーム長

す方向の長さを揃えることが可能である。

その場合について図 7 に図示する。

#### 【0046】

その図 7 には、波長 446 nm のレーザビーム 701 と波長 628 nm のレーザビーム 702 をシリンドリカルアクロマートレンズ 703 を用いて、照射面 705 上の同一スポットに照射するようにした場合の例を示す。

この図 7 の例においては、レーザビーム 701 とレーザビーム 702 のビーム径及びビーム拡がり角が異なっている。

ここにおいて、波長の異なる 2 つのレーザビーム 701, 702 を照射面 705 上で同じビーム長になるように、シリンドリカルアクロマートレンズ 703 は設計されている。

そのため、互いに波長の異なるレーザビーム 701 と 702 とは、それぞれの焦点 704a と 704b とが同一位置ではないものの、照射面 705 上の同一スポットを照射するように設計されている。

なお、異なる 3 つの波長のレーザビームを用いる場合には、シリンドリカルアクロマートレンズに代えシリンドリカルアポクロマートレンズを用いて同様に設計すればよい。

#### 【0047】

また、本発明の発明を実施するための最良の形態である実施の形態 1 ないし 3 においては、いずれも 3 以上のレーザ光を合成する態様となっているが、本発明は 2 つのレーザ光を合成する場合に利用することも排除するものではなく、それも本発明の 1 態様である。

なお、この場合には偏光子を用いる従来の場合のように  $\lambda/2$  波長板を使用する必要もなく、かつ 3 以上のレーザ光の合成への変更も簡便に行うことができ、その際にはダイクロイックミラーも流用できる利点もある。

さらに、本発明におけるレーザ発振器としては、本発明の趣旨からして CW レーザ発振器を用いるのが好ましいが、それに限定されるものでもなく、エキシマレーザにより発振される不連続レーザを利用することも勿論である。

#### 【実施例 1】

#### 【0048】

本実施例は、本発明のレーザ照射方法及びレーザ照射装置を用い、本発明の半導体装置を作製する方法であり、それについて、図 8 及び図 9 を用いて説明する。

なお、以下の説明においては、本実施例に加え、その製造プロセスにおいて採用し得る他の態様に関しても併記する。

まず、基板 1100 上に下地絶縁膜 1101a、1101b を形成する（図 8（a））が、その際本実施例においては基板にガラス基板を使用する。

なお、その基板の材料としては、ガラス基板、石英基板、結晶性ガラスなどの絶縁性基板やセラミック基板、ステンレス基板、金属基板（タンタル、タングステン、モリブデン等）、半導体基板、プラスチック基板（ポリイミド、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルホン等）等を用いることができるが、少なくともプロセス中に発生する熱に耐えうる材料を使用する。

#### 【0049】

その絶縁膜としては、本実施例では 1 層目の絶縁膜 1100a として窒化酸化シリコン膜を 50 nm、2 層目の絶縁膜 1100b として酸化窒化シリコン膜を 100 nm で形成する。

なお、その基板上に形成する下地絶縁膜 1101a、1101b としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜などが使用でき、これら絶縁膜を単層又は 2 以上の複数層形成する。

これらはスパッタ法や減圧 CVD 法、プラズマ CVD 法等の公知の方法を用いて形成する。

前記のとおりであり、本実施例の下地絶縁膜は 2 層の積層構造だが、本発明では下地絶縁膜は勿論単層でも 3 層以上の複数層でも構わない。

なお、窒化シリコン膜と酸化シリコン膜は、その窒素と酸素の割合が異なっていることを意味しており、前者の方がより窒素の含有量が高いことを示している。

#### 【0050】

次いで、非晶質半導体膜102を形成する。

本実施例では、アモルファスシリコンをCVD法により膜厚66nmで形成する。

なお、その非晶質半導体膜はシリコン又はシリコンを主成分とする材料（例えば $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 等）で25～80nmの厚さに形成すればよい。

その作製方法としては、公知の方法、例えばスパッタ法、減圧CVD法又はプラズマCVD法等が使用できる。

その形成後、アモルファスシリコンの結晶化を行う（図8（b））。

#### 【0051】

本実施例においては、その結晶化は、勿論本発明のレーザ照射方法及び装置を用いるレーザアニールにより行う。

したがって、異なる波長のレーザ光を射出する3台以上のレーザ発振器を使用しそれら発振器から射出されたレーザ光を合成してレーザアニールを行う。

具体的には、上記実施の形態1で示したように、3台のレーザ光の合成にダイクロイックミラーを使用し、それにより3台のレーザ発振器から射出されたレーザビームを合成し、その合成されたレーザビームをアモルファスシリコン膜に照射し、より生産性を上げて結晶化を行う。

そのアニールによる結晶化後、結晶性半導体膜をエッチングにより所望の形状1102a～1102dとする。

#### 【0052】

続いて、ゲート絶縁膜103を形成する（図8（c））ことになるが、本実施例では酸化シリコン膜を形成する。

その膜厚は115nm程度とし、減圧CVD法またはプラズマCVD法、スパッタ法などでシリコンを含む絶縁膜を形成すればよい。

その後、ゲート絶縁膜上に第1の導電層として膜厚30nmの窒化タンタル（ $\text{TaN}$ ）1104a～1104dとその上に第2の導電層として膜厚370nmのタンゲステン（ $\text{W}$ ）1105a～1105dを形成する。

#### 【0053】

$\text{TaN}$ 膜、 $\text{W}$ 膜ともスパッタ法で形成すればよく、 $\text{TaN}$ 膜は $\text{Ta}$ のターゲットを用いて窒素雰囲気中で、 $\text{W}$ 膜は $\text{W}$ のターゲットを用いて成膜すればよい。

なお、本実施例では、前記したとおり第1の導電層を膜厚30nmの $\text{TaN}$ 、第2の導電層を膜厚370nmの $\text{W}$ としたが、これに限定されず、第1の導電層と第2の導電層は、共に $\text{Ta}$ 、 $\text{W}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Nd}$ から選ばれた元素、又は前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料で形成してもよい。

#### 【0054】

また、それら両導電層は、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよいし、 $\text{AgPdCu}$ 合金を用いてもよいし、更にその組み合わせも適宜選択すればよい。

その両導電層の膜厚は、第1の導電層が20～100nm、第2の導電層が100～400nmの範囲で形成すればよい。

本実施例では、前記したとおり2層の積層構造としたが、1層としてもよいし、もしくは3層以上の積層構造としてもよい。

#### 【0055】

次に、ゲート電極またはレジストを形成しパターニングしたものをマスクとして用い、半導体膜1102a～1102dにn型またはp型の導電性を付与する不純物を選択的に添加し、ソース領域、ドレイン領域、さらにはLDD領域等を形成する。

その後、レジストからなるマスクを除去して第1のバッシベーション膜1120を形成する（図9（a））。

本実施例では、プラズマCVD法により膜厚100nmの酸化窒化シリコン膜を形成する。

なお、この第1のバッシベーション膜としてはシリコンを含む絶縁膜を100～200nmの厚さに形成すればよい。

その膜の成膜法としては、プラズマCVD法や、スパッタ法を用いればよい。

#### 【0056】

その際には、プラズマCVD法で $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ から作製される酸化窒化シリコン膜、又は $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ から作製される酸化窒化シリコン膜を形成すればよい。

この場合の作製条件は、反応圧力20～200Pa、基板温度300～400℃とし、高周波(60MHz)電力密度0.1～1.0W/cm<sup>2</sup>である。

また、第1のバッシベーション膜として $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2$ から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を適用してもよい。

勿論、第1のバッシベーション膜1120は、本実施例のような酸化窒化シリコン膜の単層構造に限定されるものではなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層構造、もしくは積層構造として用いてもよい。

#### 【0057】

その後、レーザアニール法を行い、半導体層の結晶性の回復、半導体層に添加された不純物元素の活性化を行う。

なお、この場合にも、結晶化の場合と同様に、異なる波長のレーザ光を射出する3台以上のレーザ発振器を使用しそれら発振器から射出されたレーザ光をダイクロイックミラー又はそれに加えて偏光子を使用して合成し、高出力のより生産性を上げることができるレーザビームを照射することができ、本実施例ではそれを採用する。

また、第1のバッシベーション膜1120を形成した後で熱処理を行うことで、活性化処理と同時に半導体層の水素化も行うことができる。

その水素化は、第1のバッシベーション膜に含まれる水素によって、半導体層のダングリングボンドを終端するものである。

#### 【0058】

さらに、第1のバッシベーション膜1120を形成する前に加熱処理を行ってもよい。

但し、第1の導電層1104a～1104d及び第2の導電層1105a～1105dを構成する材料が熱に弱い場合には、本実施例のように配線などを保護するため、第1のバッシベーション膜1120を形成した後で熱処理を行うことが望ましい。

また、この場合、第1のバッシベーション膜がないため、当然バッシベーション膜に含まれる水素を利用しての水素化は行うことができない。

この場合には、プラズマにより励起された水素を用いる手段(プラズマ水素化)を用いての水素化や、3～100%の水素を含む雰囲気中において、300～450℃で1～12時間の加熱処理による水素化を用いればよい。

#### 【0059】

次いで、第1のバッシベーション膜1120上に第1の層間絶縁膜1121を形成する(図9(b))。

本実施例では、膜厚1.6μmの非感光性アクリル膜を形成した(図9(b))。

なお、その第1の層間絶縁膜としては無機絶縁膜あるいは有機絶縁膜を用いることができる。

無機絶縁膜としては、CVD法により形成された酸化シリコン膜や、SOG(Spin On Glass)法により塗布された酸化シリコン膜などを用いることができ、有機絶縁膜としてはポリイミド、ポリアミド、BCB(ベンゾシクロブテン)、アクリル又はポジ型感光性有機樹脂、ネガ型感光性有機樹脂等の膜を用いることができる。

さらに、アクリル膜と酸化窒化シリコン膜の積層構造を用いてもよい。

#### 【0060】

また、その層間絶縁膜は、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む材料で形成することができる。

これについては、前記直状基に属シロキ系、ノルマル系、又は芳香族炭化水素系のノックアウト種を有する材料で形成することができ、これらの材料の代表例としては、シロキサン系ポリマーが挙げられる。

そのシロキサン系ポリマーは、その構造により、例えばシリカガラス、アルキルシロキサンポリマー、アルキルシルセスキオキサンポリマー、水素化シルセスキオキサンポリマー、水素化アルキルシルセスキオキサンポリマーなどに分類することができる。

さらに、Si-N結合を有するポリマー（ポリシラザン）を含む材料で層間絶縁膜を形成してもよい。

#### 【0061】

上記した材料を用いることで、層間絶縁膜は、膜厚を薄くしても十分な絶縁性及び平坦性を有するものを得ることができる。

そのため、第1の層間絶縁膜によって基板上に形成されたTF Tによる凹凸を緩和し、平坦化することができ、特に、第1の層間絶縁膜は平坦化の意味合いが強いので、平坦化されやすい材質の絶縁膜を用いることが好ましい。

また、上記した材料は、耐熱性が高いため、多層配線におけるリフロー処理にも耐える層間絶縁膜を得ることができる。

さらに、吸湿性が低いため、脱水量の少ない層間絶縁膜を形成することができる。

#### 【0062】

その後、第1の層間絶縁膜上に窒化酸化シリコン膜等からなる第2のパッシベーション膜を形成してもよく、本実施例では、RFスパッタ法を用いて、酸化窒化シリコン膜を70 nmの膜厚で形成する。

なお、その膜厚は、10～200 nm程度で形成すればよく、第2のパッシベーション膜によって第1の層間絶縁膜へ水分が出入りすることを抑制することができる。

第2のパッシベーション膜には、他にも窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜やカーボンナイトライド（CN）膜も同様に使用できる。

#### 【0063】

その製膜の際には、RFスパッタ法を用いて成膜された膜は緻密性が高く、バリア性に優れている。

そのRFスパッタの条件は、例えば酸化窒化シリコン膜を成膜する場合、Siターゲットで、 $N_2$ 、Ar、 $N_2O$ をガスの流量比が3:1:5となるように流し、圧力0.4 Pa、電力3000 Wとして成膜する。

また、例えば窒化シリコン膜を成膜する場合、Siターゲットで、チャンバー内の $N_2$ 、Arをガスの流量比が1:1となるように流し、圧力0.8 Pa、電力3000 W、成膜温度を215℃として成膜する。

#### 【0064】

次いで、エッチングにより第2のパッシベーション膜、第1の層間絶縁膜及び第1のパッシベーション膜をエッチングし、ソース及びドレイン領域に達するコンタクトホールを形成する。

その後、各ソース及びドレイン領域とそれぞれ電氣的に接続する配線及び電極を形成する。

なお、これらの配線は、膜厚50 nmのTi膜と膜厚500 nmの合金膜（AlとTi）との積層膜をバターニングして形成する。

勿論2層構造に限らず、単層構造でもよいし、3層以上の積層構造にしてもよい。

また、配線材料としては、AlとTiに限らない。

例えばTa<sub>2</sub>N膜上にAl膜やCu膜を形成し、更にTi膜を形成した積層膜をバターニングして配線を形成してもよい。

#### 【0065】

以上の工程により、図9(c)に示すような半導体装置が完成する。

なお、本発明のレーザアニール方法を用いた半導体装置の作製方法は、上述したTF T

ソフト製上性に限定されない。

また、本実施例は上記実施の形態又は実施例と自由に組み合わせて行うことができる。

## 【実施例 2】

### 【0066】

本発明のレーザアニール方法を用い、本発明の作製方法により製造した半導体装置を組み入れた電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）あるいは記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDVD (digital versatile disc)）等が挙げられ、それらは記録媒体を再生し、その画像を表示するディスプレイを備えた装置である。

### 【0067】

それら電子機器の具体例を図10に示す。

図10（A）はテレビ受像機であり、それは筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。

そのテレビ受像機は、本発明のレーザ照射方法を用いて作製した半導体装置を表示部2003に使用することによって作製することができる。

同（B）はデジタルカメラであり、それは本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105あるいはシャッター2106などを含む。

そのデジタルカメラは、本発明のレーザ照射方法を用いて作製した半導体装置を表示部2102やその他回路などに使用することによって作製することができる。

### 【0068】

図10（C）はコンピュータであり、それは本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205あるいはポインティングマウス2206等を含む。

そのコンピュータは、本発明のレーザ照射方法を用いて作製した半導体装置を表示部2203やその他回路などに用いることによって作製することができる。

すなわち、本発明のレーザ照射方法を表示部2303やその他回路などの加工に用いることによってコンピュータを作製することができる。

同（D）はモバイルコンピュータであり、それは本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。

本発明のレーザ照射方法を表示部2303やその他回路などの加工に用いることによって、モバイルコンピュータを作製することができる。

### 【0069】

図10（E）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（DVD再生装置など）であり、それは、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体（DVD等）読み込み部2405、操作キー2406あるいはスピーカー部2407等を含む。

その表示部A2403は主として画像情報を表示し、表示部B2404は主として文字情報を表示する。

本発明のレーザ照射方法を表示部A2403、表示部B2404あるいはその他の回路などの加工に用いることによって、画像再生装置を作製することができる。

なお、記録媒体を備えた画像再生装置にはゲーム機器なども含まれる。

### 【0070】

図10（F）はゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）であり、それは、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。

本発明のレーザ照射方法を表示部2502やその他回路などの加工に用いることによって、ゴーグル型ディスプレイを作製することができる。

同（ヒ）はヒノオカアノであり、それは、本体2001、表示部2002、筐体2003、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609あるいは接眼部2610等を含む。

本発明のレーザ照射方法を表示部2602やその他回路などの加工に用いることによって、ビデオカメラを作製することができる。

#### 【0071】

図10（H）は携帯電話であり、それは、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707あるいはアンテナ2708等を含む。

本発明のレーザ照射方法を表示部2703やその他回路などの加工に用いることによって、携帯電話を作製することができる。

なお、上述した電子機器の他に、フロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

以上のとおりであり、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0072】

【図1】 本発明の実施の形態1の概念図。

【図2】 本発明で使用するアポクロマートレンズの構造及び色消し機能の図示。

【図3】 本発明の実施の形態1においてアポクロマートレンズを用いた態様の場合の図示。

【図4】 本発明の実施の形態2の概略図。

【図5】 本発明の実施の形態2においてアポクロマートレンズを用いた態様の場合の図示。

【図6】 本発明の実施の形態3の概略図。

【図7】 本発明で 사용할 ことができるシリンドリカル色消しレンズの構造及び色消し機能の図示。

【図8】 本発明のレーザ照射方法を用いて、本発明の半導体装置を作製する方法を図示。

【図9】 本発明のレーザ照射方法を用いて、本発明の半導体装置を作製する方法を図示。

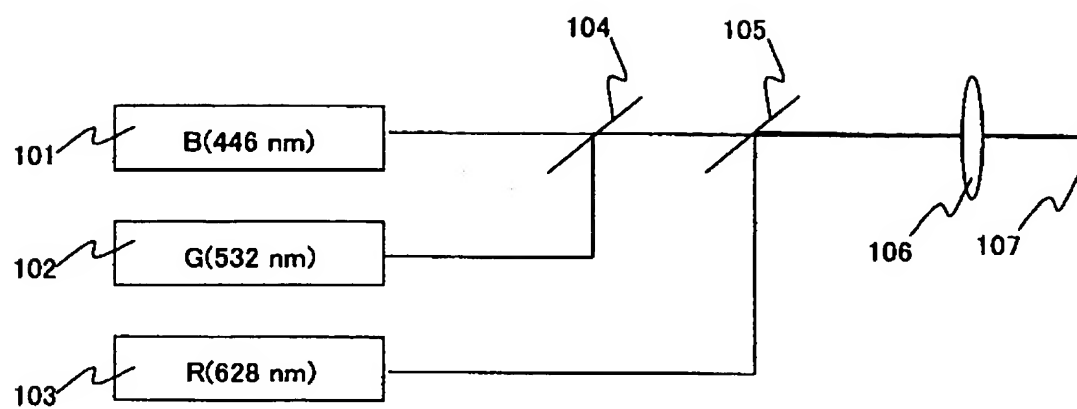
【図10】 本発明の半導体装置の作製方法により製造した半導体装置を組み込まれた電子機器を図示。

#### 【符号の説明】

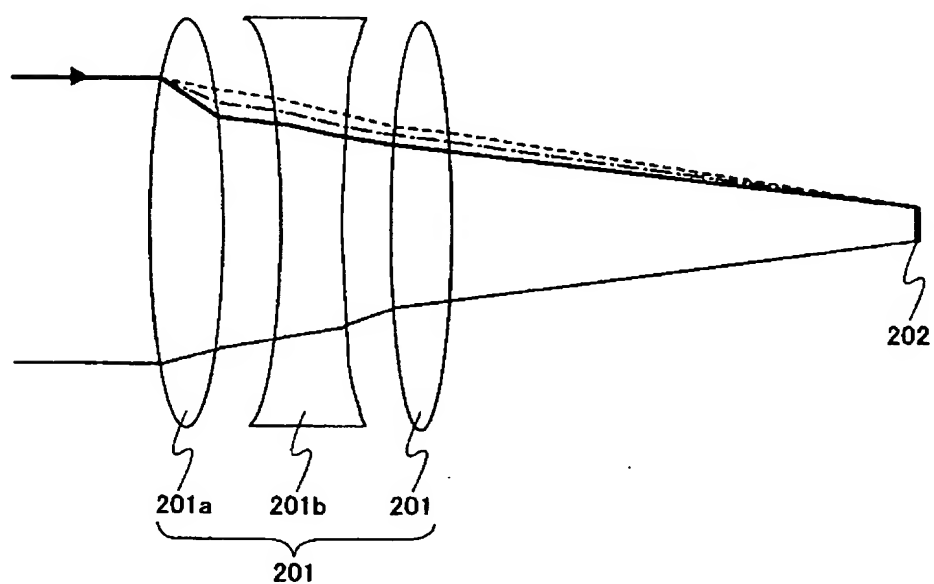
##### 【0073】

101 (102、103)	レーザ発振器
401 (402、406、407)	
104 (105)	ダイクロイックミラー
403 (408)	
106 (409)	光学系
107 (202、304、410)	照射面
201 (303)	アポクロマートレンズ
301	白色レーザ発振器
302	シリンドリカルレンズ
404	$\lambda/2$ 波長板
405	偏光子

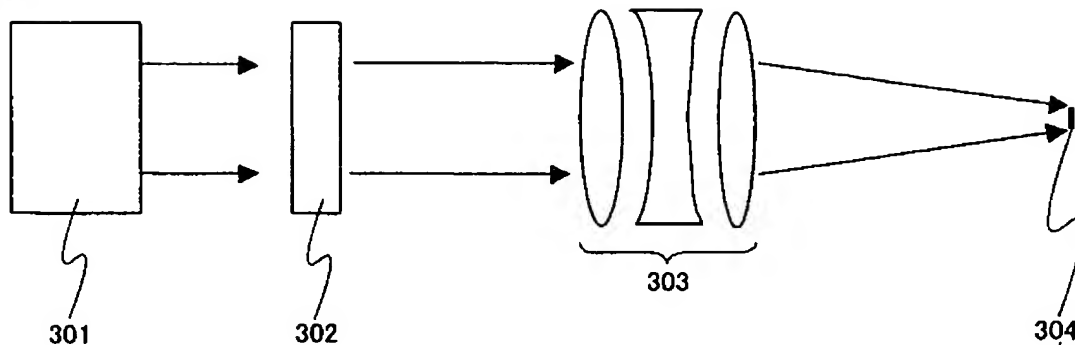
【図 1】



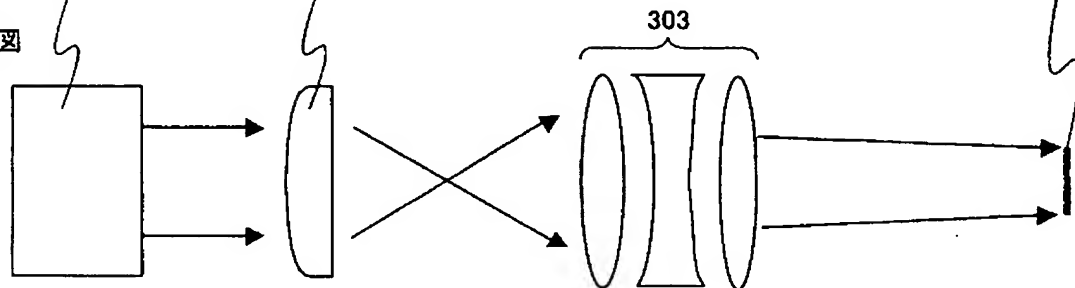
【図 2】



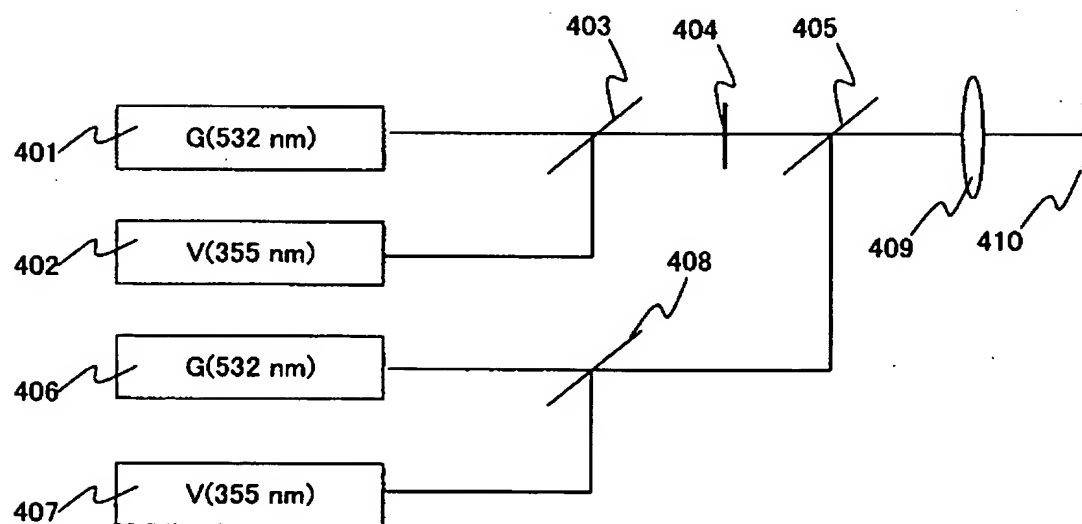
(a) 側面図



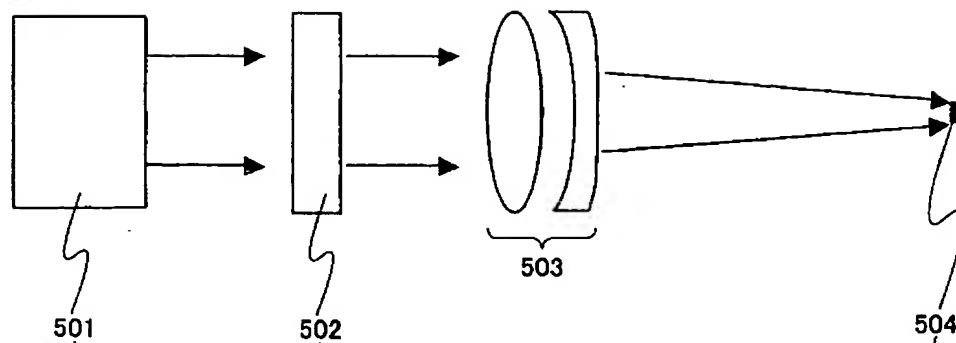
(b) 平面図



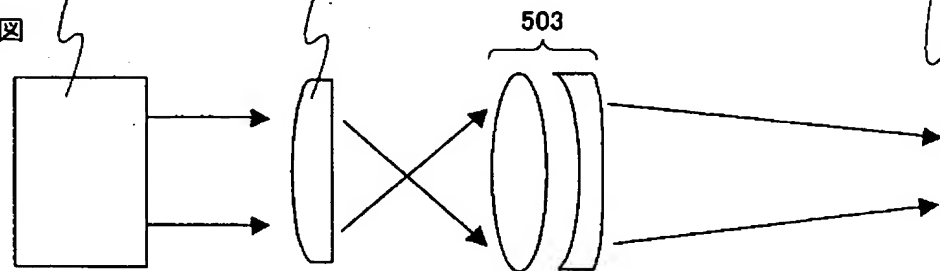
【 図 4 】



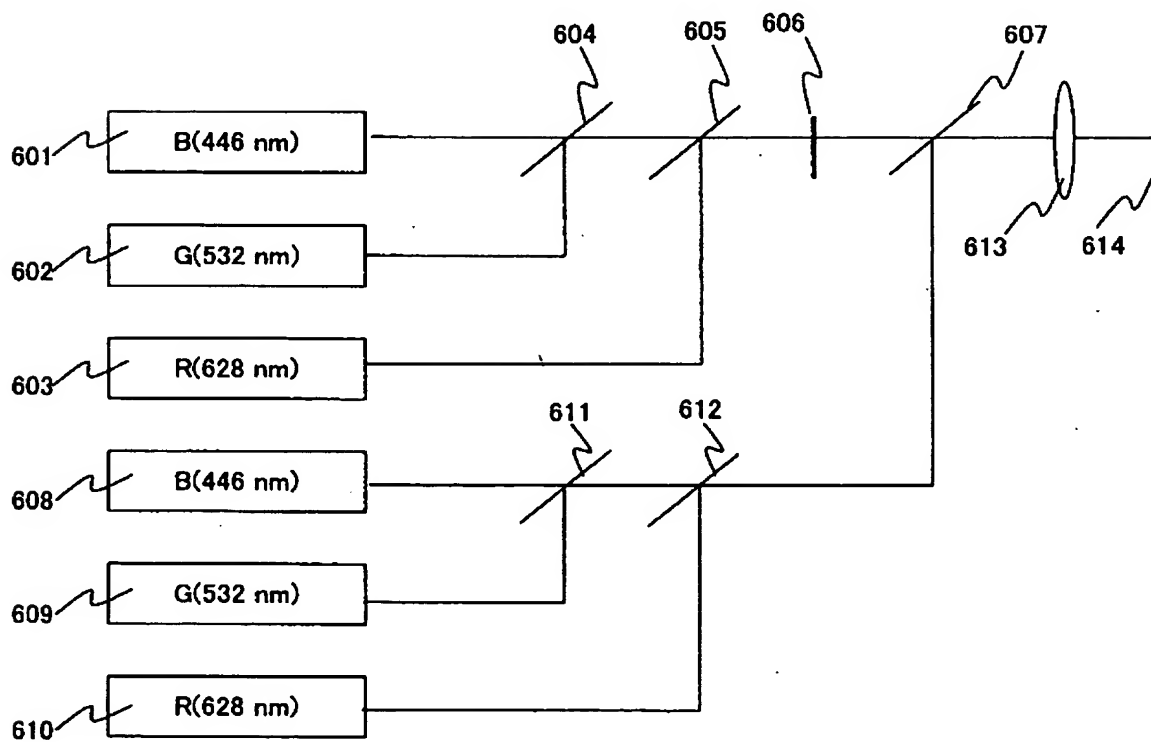
(a) 側面図

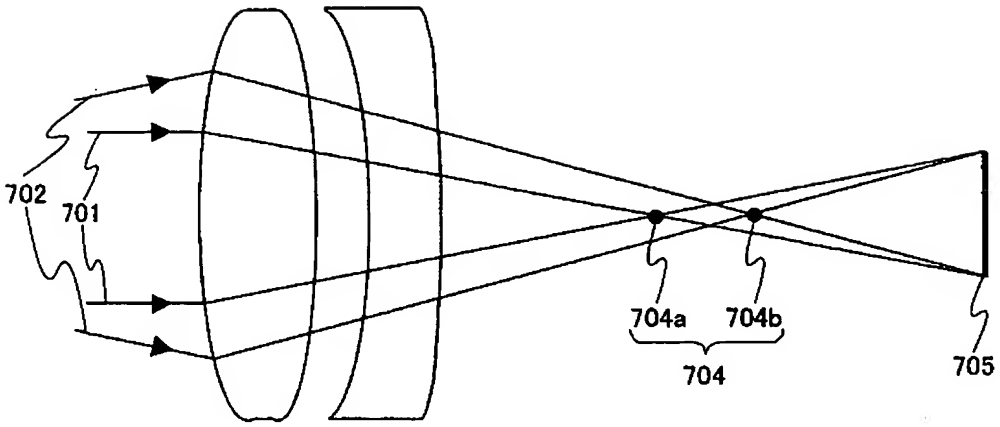


(b) 平面図

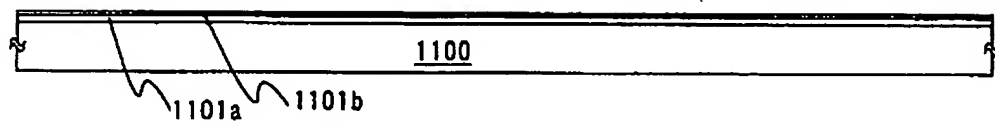


【 図 6 】

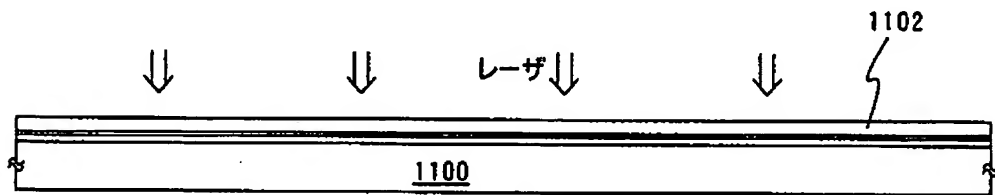




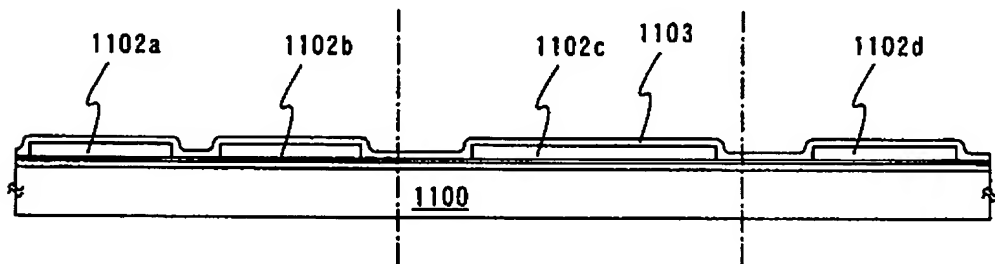
(a)



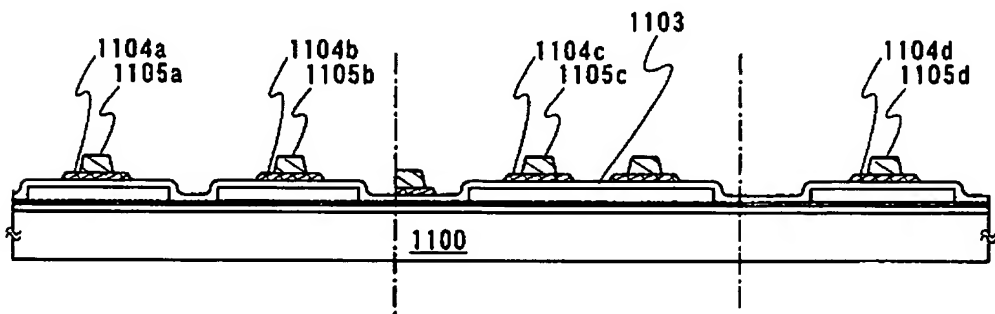
(b)



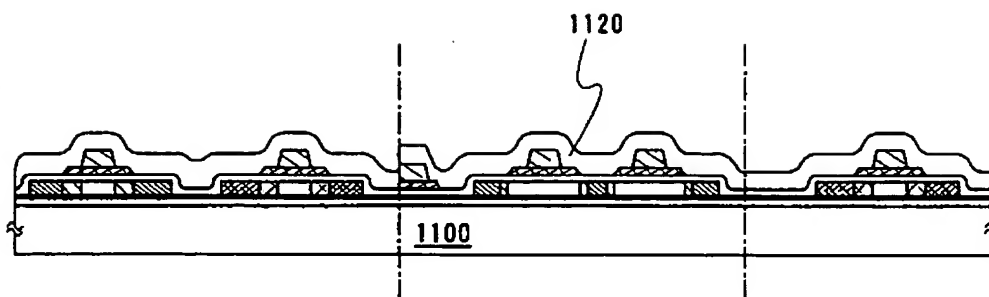
(c)



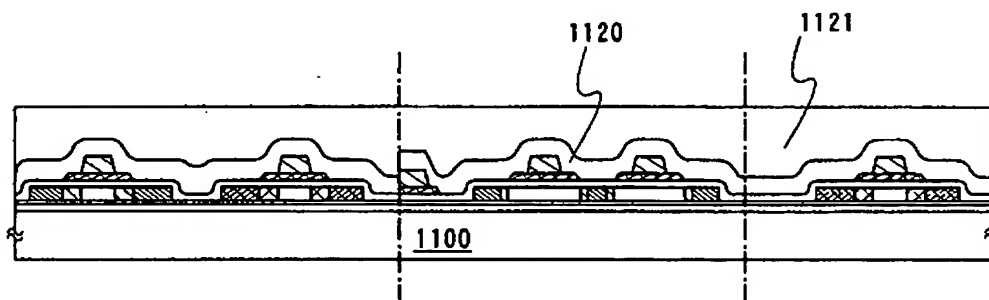
(d)



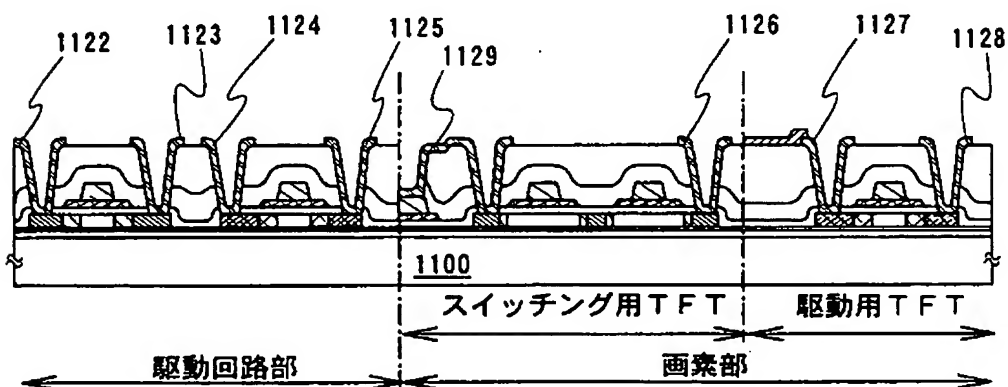
(a)

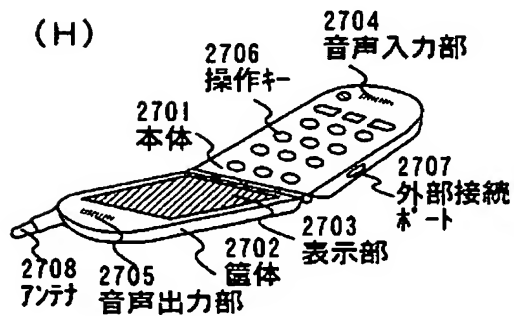
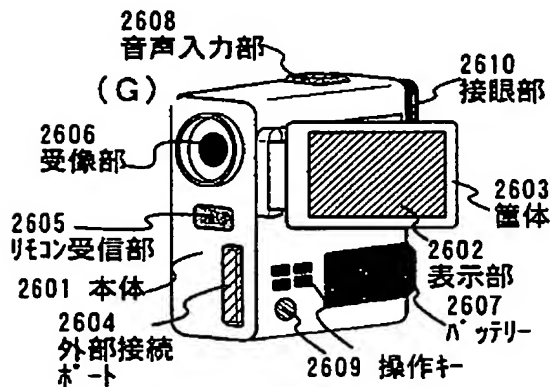
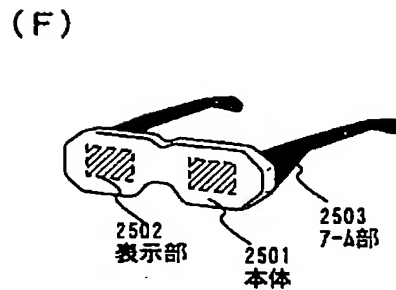
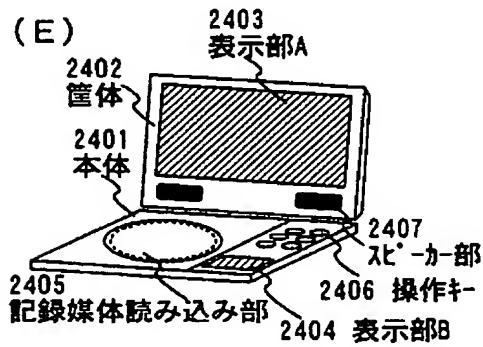
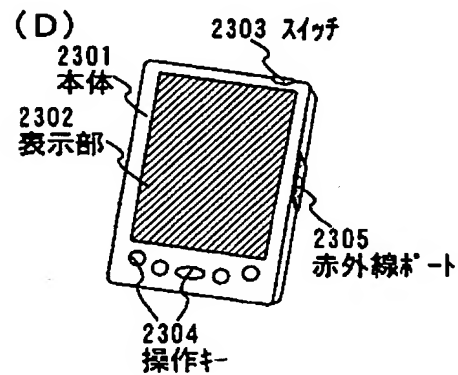
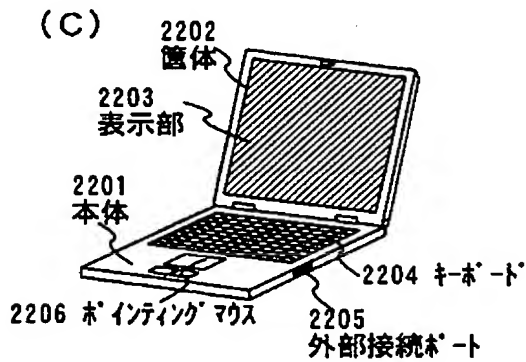
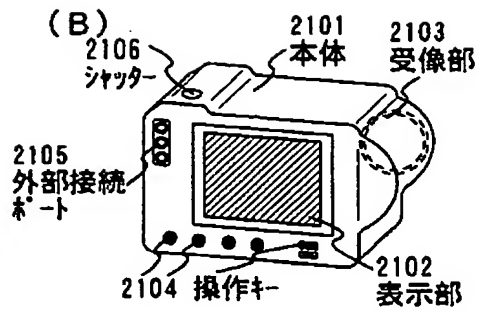
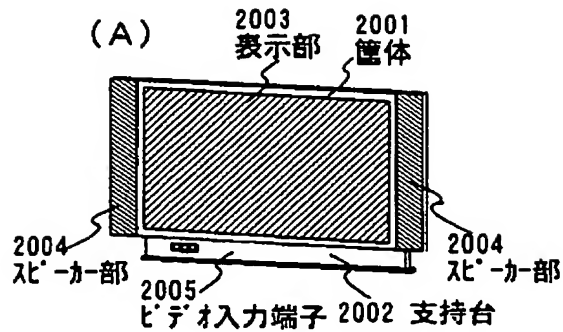


(b)



(c)





【要約】

【課題】 光学調整に困難を伴うことなく、3以上のレーザービームを照射面にて一つのビームスポットに合成し、高出力で生産性を向上させることができるレーザを照射する技術の提供。

【解決手段】 その技術は、波長の互いに異なるレーザー発振器とダイクロイックミラー、又はそれに加えて偏光子を用いてレーザービームを合成し、高出力で生産性を向上させレーザを照射するものであり、例えばレーザー発振器から射出された第1のレーザー光を第1のダイクロイックミラーを通過させ、その第1のレーザー光とは波長の異なるレーザー発振器から射出された第2のレーザー光を第1のダイクロイックミラーで反射させて両レーザー光を合成し、更にその合成されたレーザー光を第2のダイクロイックミラーを通過させ、その両レーザー光とは波長の異なるレーザー発振器から射出された第3のレーザー光を第2のダイクロイックミラーで反射させて3つのレーザー光を合成し、その合成された照射レーザー光を照射面上に投影するものである。

【選択図】 図1

0 0 0 1 5 3 8 7 8

19900817

新規登録

神奈川県厚木市長谷398番地  
株式会社半導体エネルギー研究所

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/011401

International filing date: 15 June 2005 (15.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-180574  
Filing date: 18 June 2004 (18.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 July 2005 (22.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image  
problems checked, please do not report these problems to  
the IFW Image Problem Mailbox.**